

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

10/731,156

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 1 1 日

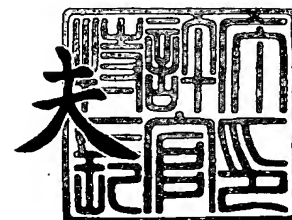
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 5 9 7 1 0
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 9 7 1 0]

出 願 人
Applicant(s): 日 本 電 信 電 話 株 式 会 社

2 0 0 4 年 1 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 0 3 0 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH146330

【提出日】 平成14年12月11日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G06F 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 安川 正祥

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 杉園 幸司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

 【氏名】 宇賀 雅則

【特許出願人】

 【識別番号】 000004226

 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100070150

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 002989

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチキャスト通信経路計算方法及び装置及びシステム及び、
マルチキャスト通信経路計算プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャスト
トラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマ
ルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算方法におい
て、

マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネ
ットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転
送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力し、

マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグルー
プ情報を入力し、

入力された情報より、送信ノードを除外した第 1 の部分距離グラフを構築し、

構築された前記第 1 の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループ
を選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第 2 の部分距
離グラフを構築し、

前記第 2 の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニ
ングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニ
ングツリーを構築し、

構築された前記最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力され
た距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部
分グラフを構築し、

復元された前記部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数の
スパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小
スパニングツリーを構築し、

構築された前記スパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニン
グツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含さ
れるマルチキャスト配信経路を構築し、

構築された前記マルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから前記宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択し、

選択されたランデブーポイントにおいて、前記マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築することを特徴とするマルチキャスト通信経路計算方法。

【請求項 2】 マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算装置であつて、

マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力し、さらに、マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報を入力する情報入力手段と、

前記情報入力手段により入力された情報より、送信ノードを除外した第 1 の部分距離グラフを構築する第 1 の部分距離グラフ構築手段と、

前記第 1 の部分距離グラフ構築手段により構築された前記第 1 の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第 2 の部分距離グラフを構築する第 2 の部分距離グラフ構築手段と、

前記第 2 の部分距離グラフ構築手段により構築された前記第 2 の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第 1 の最小スパニングツリー構築手段と、

前記第 1 の最小スパニングツリー構築手段で構築された前記最小スパニングツ

リーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構築する転送経路復元手段と、

前記転送経路復元手段により復元された前記部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第2の最小スパニングツリー構築手段と、

前記第2の最小スパニングツリー構築手段で構築された前記スパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する第1のマルチキャスト配信経路構築手段と、

前記第2のマルチキャスト配信経路構築手段で構築された前記マルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから前記宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択するランデブーポイント選択手段と、

前記ランデブーポイント選択手段で選択されたランデブーポイントにおいて、前記マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する第2のマルチキャスト転送経路構築手段と、を有することを特徴とするマルチキャスト通信経路計算装置。

【請求項3】 マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算システムであって、

マルチキャストネットワークから、ルーティングプロトコルにより、該ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報で構成されるネットワーク全体のトポロジ情報、ト

ラヒック情報を収集する情報収集手段を有するネットワークトラヒック情報データベースと、

前記ネットワークトラヒック情報データベースにより収集された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築する第1の部分距離グラフ構築手段と、

前記第1の部分距離グラフ構築手段により構築された前記第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築する第2の部分距離グラフ構築手段と、

前記第2の部分距離グラフ構築手段により構築された前記第2の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第1の最小スパニングツリー構築手段と、

構築された前記最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構築する転送経路復元手段と、

前記転送経路復元手段により復元された前記部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第2の最小スパニングツリー構築手段と、

前記第2の最小スパニングツリー構築手段で構築された前記スパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する第1のマルチキャスト配信経路構築手段と、

前記第2のマルチキャスト配信経路構築手段で構築された前記マルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから前記宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイン

トを選択するランデブーポイント選択手段と、

前記ランデブーポイント選択手段で選択されたランデブーポイントにおいて、前記マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する第2のマルチキャスト転送経路構築手段と、

前記第2のマルチキャスト転送経路構築手段により構築された最適なマルチキャスト通信経路を出力する経路出力手段と、を有するマルチキャスト計算装置と、を有することを特徴とするマルチキャスト通信経路計算システム。

【請求項4】 マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算プログラムであって、

マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力させ、さらに、マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報を入力させる情報入力ステップと、

前記情報入力ステップにより入力された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築する第1の部分距離グラフ構築ステップと、

前記第1の部分距離グラフ構築ステップにより構築された前記第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築する第2の部分距離グラフ構築ステップと、

前記第2の部分距離グラフ構築ステップにより構築された前記第2の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第1の最小スパニングツリー構築ステップと、

構築された前記最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部

分グラフを構築する転送経路復元ステップと、

前記転送経路復元ステップにより復元された前記部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第2の最小スパニングツリー構築ステップと、

前記第2の最小スパニングツリー構築ステップで構築された前記スパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する第1のマルチキャスト配信経路構築ステップと、

前記第2のマルチキャスト配信経路構築ステップで構築された前記マルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから前記宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択するランデブーポイント選択ステップと、

前記ランデブーポイント選択ステップで選択されたランデブーポイントにおいて、前記マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する第2のマルチキャスト転送経路構築ステップと、を有することを特徴とするマルチキャスト通信経路計算プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチキャスト通信経路計算方法及び装置及びシステム及び、マルチキャスト通信経路計算プログラムに係り、特に、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信ノードグループ間までの、効率的なマルチキャスト配信経路を計算するマルチキャスト通信経路計算方法及び装置及びシステム及び、マルチキャスト通信経路計算プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

マルチキャスト配信ネットワークを構築する場合には、マルチキャストトラヒック送信ノードとマルチキャストトラヒック受信ノードの間にいかに効率的にマルチキャスト配信経路を設定するかが課題となる。

【0003】

マルチキャスト配信経路の効率性の観点として、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを最小化する最小木問題が知られている。この問題は、Steiner ツリー問題と呼ばれ、ネットワークが大規模になると、トラヒック送信ノードとトラヒック受信ノードの間で理想的な最小木を構成するマルチキャスト配信経路を計算するのは有限の計算時間では不可能になるというNP問題として知られている。

【0004】

このようにSteiner 問題の理想解を求めることはNP困難であるが、理想解に近い近似解を発見的に導出する計算方式が提案されている。発見的に最小木の近似解を導出可能なKMB通信方式がある（例えば、非特許文献1参照。）。この方式では、まず、始めに送信ノード受信ノードグループを抽出し、抽出ノード間の最短距離で構成される新たな辺による部分グラフを構築する。この構築された部分グラフより、最小のスパニングツリーを構成し、スパニングツリーを構成する辺を、先に導いた最小転送経路を構成する辺の集合で置き換える。こうして構成された部分グラフよりさらに最小スパニングツリーを構成し直し、完成されたスパニングツリーより不要な枝経路を削除することによりマルチキャスト配信経路を構成する。

【0005】

【非特許文献1】

L.Kou, G.Markowsky, and L.Berman, "A Fast Algorithm for Steiner Tree," Acta Informatica 15, 1981, pp.141-145.

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のマルチキャスト通信経路計算方式は、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを最小化することは可能であるが、計算過程において、送信ノードから、受信ノードグループまでの配信コスト分散を考慮していない。このため、送信ノードから各マルチキャスト受信ノードまでの転送コストを個別に考慮した場合、受信ノードまでの転送コストに大きなバラツキが発生する。このため、このようなマルチキャスト通信経路計算方式を受信者間の転送遅延バラツキを許容しないリアルタイム系のマルチメディアアプリケーションに適用した場合、マルチキャスト受信者毎にトラヒック受信に大きなバラツキが発生し、大きな問題を生じる。

【0007】

本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを抑えながら、宛先受信グループノードまでの転送遅延を加えたマルチキャスト配信経路を設定することが可能なマルチキャスト通信経路計算方法及び装置及びシステム及び、マルチキャスト通信経路計算プログラムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

図1は、本発明の原理を説明するための図である。

【0009】

本発明は、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算方法において、

マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力し（ステップ1）、

マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報を入力し（ステップ2）、

入力された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築し（

ステップ3)、

構築された第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築し(ステップ4)、

第2の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築し(ステップ5)、

構築された最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構築し(ステップ6)、

復元された部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築し(ステップ7)、

構築されたスパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築し(ステップ8)、

構築されたマルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択し(ステップ9)、

選択されたランデブーポイントにおいて、マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する(ステップ10)。

【0010】

図2は、本発明の原理構成図である。

【0011】

本発明は、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒ

ック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算装置であって、

マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力し、さらに、マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報を入力する情報入力手段100と、

情報入力手段100により入力された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築する第1の部分距離グラフ構築手段111と、

第1の部分距離グラフ構築手段111により構築された第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築する第2の部分距離グラフ構築手段112と、

第2の部分距離グラフ構築手段112により構築された第2の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第1の最小スパニングツリー構築手段113と、

第1の最小スパニングツリー構築手段113で構築された最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構築する転送経路復元手段114と、

転送経路復元手段114により復元された部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第2の最小スパニングツリー構築手段115と、

第2の最小スパニングツリー構築手段115で構築されたスパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する第1のマルチキャスト配信経路構築手段116と、

第2のマルチキャスト配信経路構築手段116で構築されたマルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択するランデブーポイント選択手段117と、

ランデブーポイント選択手段117で選択されたランデブーポイントにおいて、マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する第2のマルチキャスト転送経路構築手段118と、を有する。

【0012】

本発明は、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算システムであって、

マルチキャストネットワークから、ルーティングプロトコルにより、該ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報で構成されるネットワーク全体のトポロジ情報、トラヒック情報を収集する情報収集手段を有するネットワークトラヒック情報データベースと、

ネットワークトラヒック情報データベースにより収集された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築する第1の部分距離グラフ構築手段と、

第1の部分距離グラフ構築手段により構築された第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築する第2の部分距離グラフ構築手段と、

第2の部分距離グラフ構築手段により構築された第2の部分距離グラフより最

小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第1の最小スパニングツリー構築手段と、

構築された最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構築する転送経路復元手段と、

転送経路復元手段により復元された部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第2の最小スパニングツリー構築手段と、

第2の最小スパニングツリー構築手段で構築されたスパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する第1のマルチキャスト配信経路構築手段と、

第2のマルチキャスト配信経路構築手段で構築されたマルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択するランデブーポイント選択手段と、

ランデブーポイント選択手段で選択されたランデブーポイントにおいて、マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する第2のマルチキャスト転送経路構築手段と、

第2のマルチキャスト転送経路構築手段により構築された最適なマルチキャスト通信経路を出力する経路出力手段と、を有するマルチキャスト計算装置と、を有する。

【0013】

本発明は、マルチキャスト通信ネットワークにおいて、マルチキャストトラヒ

ック送信ノードからマルチキャストトラヒック受信者グループノードにマルチキャスト配信経路を設定するためのマルチキャスト通信経路計算プログラムであって、

マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力させ、さらに、マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報を入力させる情報入力ステップと、

情報入力ステップにより入力された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築する第1の部分距離グラフ構築ステップと、

第1の部分距離グラフ構築ステップにより構築された第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築する第2の部分距離グラフ構築ステップと、

第2の部分距離グラフ構築ステップにより構築された第2の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第1の最小スパニングツリー構築ステップと、

構築された最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構築する転送経路復元ステップと、

転送経路復元ステップにより復元された部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する第2の最小スパニングツリー構築ステップと、

第2の最小スパニングツリー構築ステップで構築されたスパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する第1のマルチキャスト配信経路構築ステップと、

第2のマルチキャスト配信経路構築ステップで構築されたマルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択するランデブーポイント選択ステップと、

ランデブーポイント選択ステップで選択されたランデブーポイントにおいて、マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する第2のマルチキャスト転送経路構築ステップと、を有する。

【0014】

上記のように、本発明は、マルチキャスト配信経路計算を実施するときに、配信ツリー全体を最小化する計算プロセスと、送信者から各マルチキャスト受信者までの転送コストを揃えるようにマルチキャスト配信ツリーを整形するプロセスを有することにより、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを最小化しながら、マルチキャスト送信ノードから、各マルチキャスト受信ノードまでの転送コストが均一化する。

【0015】

従来の技術とは、計算した最小ツリーを送信者から受信者までの転送経路分散を最適化するようなランデブーポイントをマルチキャスト通信経路のダイナミックに設定可能な点が大きく異なる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面と共に本発明の実施の形態を説明する。

【0017】

図3は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算装置の構成を示す。

【0018】

同図に示すマルチキャスト通信経路計算装置は、情報入力部100、第1の部分距離グラフ構築部111、第2の部分距離グラフ構築部112、第1の最小スパニングツリー構築部113、転送経路復元部114、転送経路復元部114、第2の最小スパニングツリー構築部115、第1のマルチキャスト配信経路構築部116、ランデブーポイント選択部117、第2のマルチキャスト配信経路構築部118から構成される。

【0019】

情報入力部100は、マルチキャスト通信ネットワークのトポロジ、ネットワーク転送コストを、ネットワークを構成するノード情報、ノード間を接続するリンク情報、リンクを転送するのに要する転送コスト情報を使用して記述する距離グラフを入力する。さらに、マルチキャストトラヒック送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報を入力する。

【0020】

第1の部分距離グラフ構築部111は、情報入力部100により入力された情報より、送信ノードを除外した第1の部分距離グラフを構築する。

【0021】

第2の部分距離グラフ構築部112は、第1の部分距離グラフ構築部111で構築された第1の部分距離グラフよりマルチキャスト受信ノードグループを選択し、受信ノードグループ間の最短経路を新規に辺として表す第2の部分距離グラフを構築する。

【0022】

第1の最小スパニングツリー構築部113は、第2の部分距離グラフ構築部112により構築された第2の部分距離グラフより最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する。

【0023】

転送経路復元部114は、第1の最小スパニングツリー構築部113で構築された最小スパニングツリーの最小経路で表現された各辺を入力された距離グラフで対応するノードで構成される転送経路に復元することにより、部分グラフを構

築する。

【0024】

第2の最小スパニングツリー構築部115は、転送経路復元部114で復元された部分グラフより再度、最小スパニングツリーを構築し、複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択して最小スパニングツリーを構築する。

【0025】

マルチキャスト配信経路構築部116は、第2の最小スパニングツリー構築部115で構築されたスパニングツリーよりすべての宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが含まれるマルチキャスト配信経路を構築する。

【0026】

ランデブーポイント選択部117は、第2のマルチキャスト配信経路構築部116で構築されたマルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイントの候補とし、該ランデブーポイントから宛先グループノードまでのすべての転送距離を抽出し、該ランデブーポイントから最も離れている宛先グループノードまでの最大距離と最も近接している宛先グループノードまでの最近距離の差分が最小になるランデブーポイントを選択する。

【0027】

第2のマルチキャスト転送経路構築部118は、ランデブーポイント選択部117で選択されたランデブーポイントにおいて、マルチキャスト受信ノードグループのみで構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードと接続し、該送信ノードから宛先グループノード全てを含むマルチキャスト配信経路を構築する。

【0028】

以下に本発明のマルチキャスト通信経路計算方法の手順を示す。

【0029】

本マルチキャスト通信経路計算方法では、下記の情報を入力する。

【0030】

- (1) ネットワーク全体のトポロジを記述する片方向の距離グラフ：

$$G = (V, E, d)$$

但し、 V ：ノード、 E ：ノード間のリンク、 d ：リンクに付与されるコスト値

(2) マルチキャストトラヒック送信ノード： s ($\subseteq V$)

(3) マルチキャストトラヒック受信ノードグループ： S ($\subseteq V$)

上記の情報を入力すると、本発明のマルチキャスト通信経路計算方法では、下記の

マルチキャストトラヒック送信ノード s からマルチキャストトラヒック受信ノードグループまでのマルチキャスト通信経路： T を出力する。

【0031】

以下、マルチキャスト通信経路計算方法の計算手順を説明する。

【0032】

図4は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算方法のフローチャートである。

【0033】

ステップ101) 入力されたグラフ $G = (V, E, d)$ より送信ノードを除外した部分グラフ $G' = (V - s, E - E_s, d - d_s)$ を構築する。

【0034】

ステップ102) 部分グラフ G' よりマルチキャスト受信ノードグループ S を選択し、受信ノードグループ S とグループ S 間の最短経路で構成される部分距離グラフ $G_1 = (V_1, E_1, d_1)$ を構築する。

【0035】

ステップ103) 部分距離グラフ G_1 より最小スパニングツリー T_1 を構築する。複数のスパニングツリーが存在する場合は、任意のスパニングツリーを選択する。

【0036】

ステップ104) スパニングツリー T_1 の各辺をグラフ G の対応する最短経路で置き換えることにより、部分グラフ G_a を構築する。複数の最短経路が存在する場合には、任意の最短経路を選択する。

【0037】

ステップ105) 部分グラフGa から最小スパニングツリーTs を構築する。複数のスパニングツリーが存在する場合には、任意のスパニングツリーを選択する。

【0038】

ステップ106) スパニングツリーTs からすべての宛先グループノードS がスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードS が包含されるマルチキャスト配信経路を構築する。

【0039】

ステップ107) ステップ106で構築されたマルチキャスト配信経路を構成するノードをランデブーポイント(RP)の候補とし、RPxから宛先グループノードSまでのすべての転送距離d(RPx, NODEy)を計測し、RPxから最も離れている宛先グループノードまでの距離dmax と最も近接している宛先グループノードまでの距離dmin の差分が最小になる

$$[\min(d_{\max}(\text{RP}_x, \text{NODE}_y) - d_{\min}(\text{RP}_x, \text{NODE}_z))] \text{ RP}$$
を選択する。

【0040】

ステップ108) ステップ108で選択されたRPでステップ106までに構築されたマルチキャスト配信経路を送信ノードsと接続し、送信ノードsから宛先グループSを含むマルチキャスト配信経路を構築する。

【0041】

次に、上記の計算手順を用いたマルチキャスト配信経路の計算例を説明する。

図5は、本発明が対象とするマルチキャストネットワークのネットワークグラフを示す。

【0042】

同図において、V0からV9までの10個のノードで構成されるネットワークの例を示している。各ノード間はリンクで接続されており、リンクに併記される数値が当該リンクを転送する場合の転送コストを示す。例えば、ノードV0とノードV1間のリンクには、数値1が併記されているので、ノードV0からノード

V1 までの転送コストは、1 となる。

【0043】

当該ネットワークでマルチキャスト送信ノードV0からマルチキャスト受信ノードグループV1, V2, V3, V4にマルチキャスト配信経路を設定する場合の本発明による計算手順例を説明する。

【0044】

本発明に、図5のネットワークグラフ情報と送信ノード情報V0、受信ノードグループ情報V1, V2, V3, V4が入力されると、本発明のマルチキャスト計算手順は、前述のステップ101の手順により、入力されたネットワークグラフより、送信ノードV0とV0と接続されるリンクV0V1、V0V9、V0V4を除外する。図6に、本発明の一実施の形態における送信者を除外したネットワークグラフを示す。つまり、図6がステップ101の処理実行後のネットワークグラフである。

【0045】

さらに、ステップ102によりマルチキャスト受信ノードグループ間の最短経路で構成される宛先ノード間の最短経路グラフを構成する。ステップ102の計算結果を図7に示す。図7は、本発明の一実施の形態における宛先ノード間の最短経路グラフを示す。

【0046】

その後、ステップ103により、最短経路グラフより、宛先ノードの最短経路を辺とする最小スパニングツリーを構成する。この処理結果を図8に示す。図8は、本発明の一実施の形態における宛先ノードの最短経路を用いた最小スパニングツリーを示す。

【0047】

その後、ステップ104により、スパニングツリーを構成する、最短経路をもととの構成経路で復元する。図9に当該処理の途中結果を示す。図9は、本発明の一実施の形態における途中ノードを考慮した最小スパニングツリーを示す。同図に示すように、ノードV1とノードV4の最短経路はもともとの図5のネットワークグラフでは、V1V9V5V4の転送経路で構成されているので、V1

、V4の間にノードV9、V5を挿入する。同様に、ノードV1、V2間、ノードV2、V3間も最短経路を構成するノードで転送経路を復元する。この例では、ノードV9、V6、V5が各転送経路と重なっているので、実際の物理接続を反映してグラフを整形すると、図10に示した部分グラフが構成される。図10は、本発明の一実施の形態における途中ノードを考慮した最小スパニングツリーを構成するサブグラフを示す。

【0048】

その後、ステップ105により、図10に示した部分グラフから最小スパニングツリー(Ts)を形成する。その結果を図11に示す。図11は、本発明の一実施の形態におけるサブグラフの最小スパニングツリーを示す。

【0049】

さらに、ステップ106により、宛先グループノードがスパニングツリーの一部となるように不要な辺を削除して、宛先グループノードが包含されるマルチキャスト配信経路を構築する。その結果を図12に示す。図12は、本発明の一実施の形態における宛先ノードを含む最小木を示す。この状態で、図12に示すように宛先ノードV1、V2、V3、V4を含む最小木V1V9V5V6AV2V3V4が構成される。

【0050】

この後、ステップ107により、当該最小木の中で、各宛先までの転送距離分散が最小となるランデブーポイント選択を実施する。ランデブーポイントの選択にあたっては、最小木を構成するすべてのノードをランデブーポイント候補として、候補ランデブーポイントから宛先グループまでの転送距離を抽出し、その最大と最小の遅延差をチェックする。図13の例では、例えば、V9がランデブーポイント候補とした場合、

$$RP \cdot V1 = 1,$$

$$RP \cdot V2 = 3,$$

$$RP \cdot V3 = 3,$$

$$RP \cdot V4 = 2$$

となるので、その最大(dmax)と最小(dmin)の差は2となる。図13の例

では、RPをV5に設定した場合、RPからV1，V2，V3，V4までの転送経路が全て2となる。遅延差が0となり最適なランデブーポイントとなる。

【0051】

さらに、ステップ108により、送信ノードV0とRPを接続し、V0からV1，V2，V3，V4までの最適マルチキャスト配信経路が設定される。当該プロセスにより、最適マルチキャスト配信経路が計算される。

【0052】

図14は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算システムの構成を示す。同図に示すシステムは、上記のマルチキャスト計算手順を有する。

【0053】

ネットワークトラヒック情報データベース120がルーティングプロトコルによりネットワークのトラヒック情報を収集する。マルチキャスト計算エンジン110は、その入力として送信ノード情報、マルチキャスト受信ノードグループ情報、要求条件、制約条件が入力されると、ネットワークトラヒック情報データベース120を用いて、前述の図4に示す計算方法により最適なマルチキャスト通信経路を計算して出力する。

【0054】

次に、本発明の性能例を示す。

【0055】

図15は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算システム評価用ネットワークを示す。同図に示すように、ノード数400のランダムグラフを設定し、各リンクの使用帯域を設定し、宛先ノード40のマルチキャストツリーを構築した。図16にマルチキャスト転送経路を、図17に転送遅延差の性能評価グラフを示す。評価結果からわかるように、KMB通信方式に比較して、若干の転送コストの上昇があるものの、ツリー全体の遅延差を抑えることがわかる。

【0056】

このように、本発明を用いることにより、個々のマルチキャストトラヒックの

QoS要求条件に応じて最適なマルチキャスト通信経路を設定できると共に、ネットワーク全体で帯域を有効活用できるマルチキャスト通信経路を設定できるので、高性能なマルチキャスト配信ネットワークを構築できる。

【0057】

なお、本発明は、図4に示す動作をプログラムとして構築し、マルチキャスト通信経路計算装置として動作するコンピュータにインストールする、または、ネットワークを介して流通させることも可能である。

【0058】

また、構築されたプログラムをマルチキャスト通信経路計算装置として動作するコンピュータに接続されるハードディスク装置や、フレキシブルディスク、CD-ROM等の可搬記憶媒体に格納しておき、本発明を実施する際にインストールすることも可能である。

【0059】

なお、本発明は、上記の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲内において、種々変更・応用が可能である。

【0060】

【発明の効果】

上述のように、本発明によれば、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを抑えながら、宛先受信グループノードまでの転送遅延を抑えたマルチキャスト配信経路を設定できる。そのため、効率的で高性能なマルチキャスト配信ネットワークを構築できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の原理を説明するための図である。

【図2】

本発明の原理構成図である。

【図3】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算装置の構成図である。

【図 4】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算方法のフローチャートである。

【図 5】

本発明が対象とするマルチキャストネットワークのネットワークグラフである。

【図 6】

本発明の一実施の形態における送信者を除外したネットワークグラフである。

【図 7】

本発明の一実施の形態における宛先ノード間の最短経路グラフである。

【図 8】

本発明の一実施の形態における宛先ノードの最短経路を用いた最小スパニングツリーである。

【図 9】

本発明の一実施の形態における途中ノードを考慮した最小スパニングツリーである。

【図 10】

本発明の一実施の形態における途中ノードを考慮した最小スパニングツリーを構成するサブグラフである。

【図 11】

本発明の一実施の形態におけるサブグラフの最小スパニングツリーである。

【図 12】

本発明の一実施の形態における宛先ノードを含む最小木である。

【図 13】

本発明の一実施の形態における送信ノードからランデブーポイントを設定した宛先ノードへのマルチキャスト配信経路である。

【図 14】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算システムである。

【図 15】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト通信経路計算システム評価用ネットワークである。

【図 16】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路コストの性能評価グラフである。

【図 17】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路遅延差の性能評価グラフである。

【符号の説明】

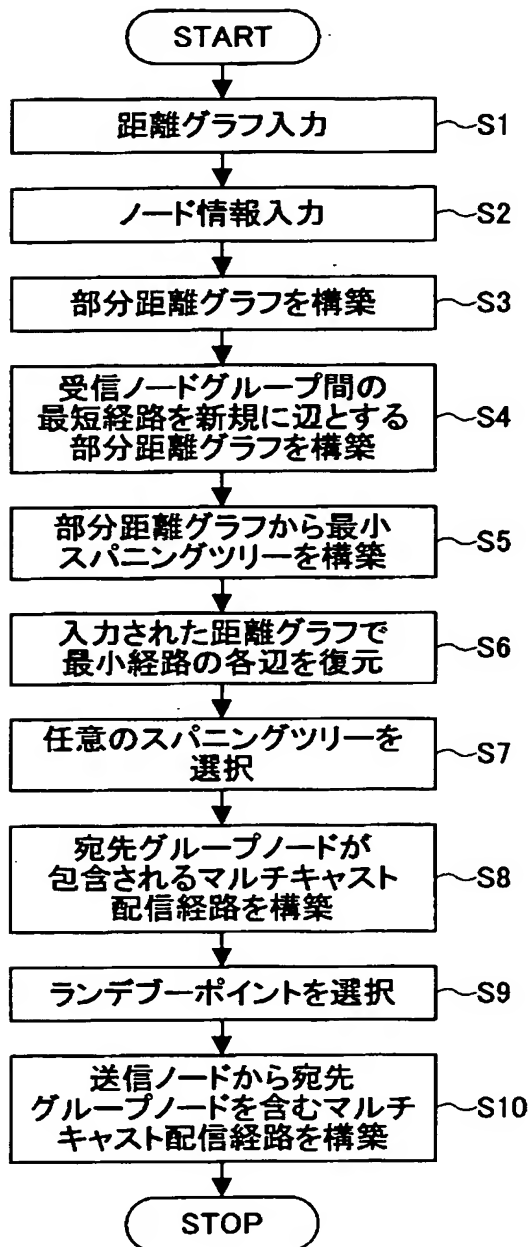
- 100 情報入力手段、情報入力部
- 111 第1の部分距離グラフ構築手段、第1の部分距離グラフ構築部
- 112 第1の部分距離グラフ構築手段、第2の部分距離グラフ構築部
- 113 第1の最小スパニングツリー構築手段、第1の最小スパニングツリー構築部
- 114 転送経路復元手段、転送経路復元部
- 115 第2の最小スパニングツリー構築手段、第2の最小スパニングツリー構築部
- 116 第1のマルチキャスト配信経路構築手段、第1のマルチキャスト配信経路構築部
- 117 ランデブーポイント選択手段、ランデブーポイント選択部
- 118 第2のマルチキャスト配信経路構築手段、第2のマルチキャスト配信経路構築部
- 110 マルチキャスト通信経路計算エンジン
- 120 ネットワークトラヒック情報データベース

【書類名】

図面

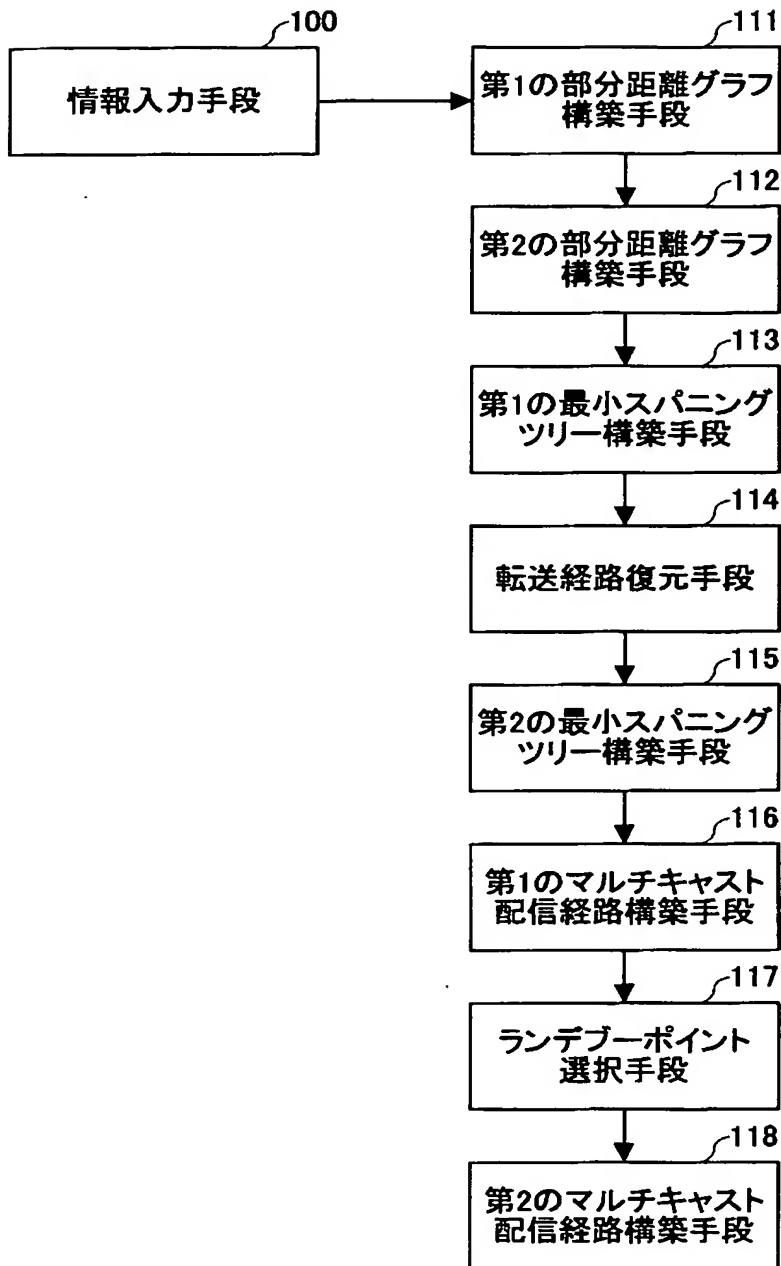
【図 1】

本発明の原理を説明するための図

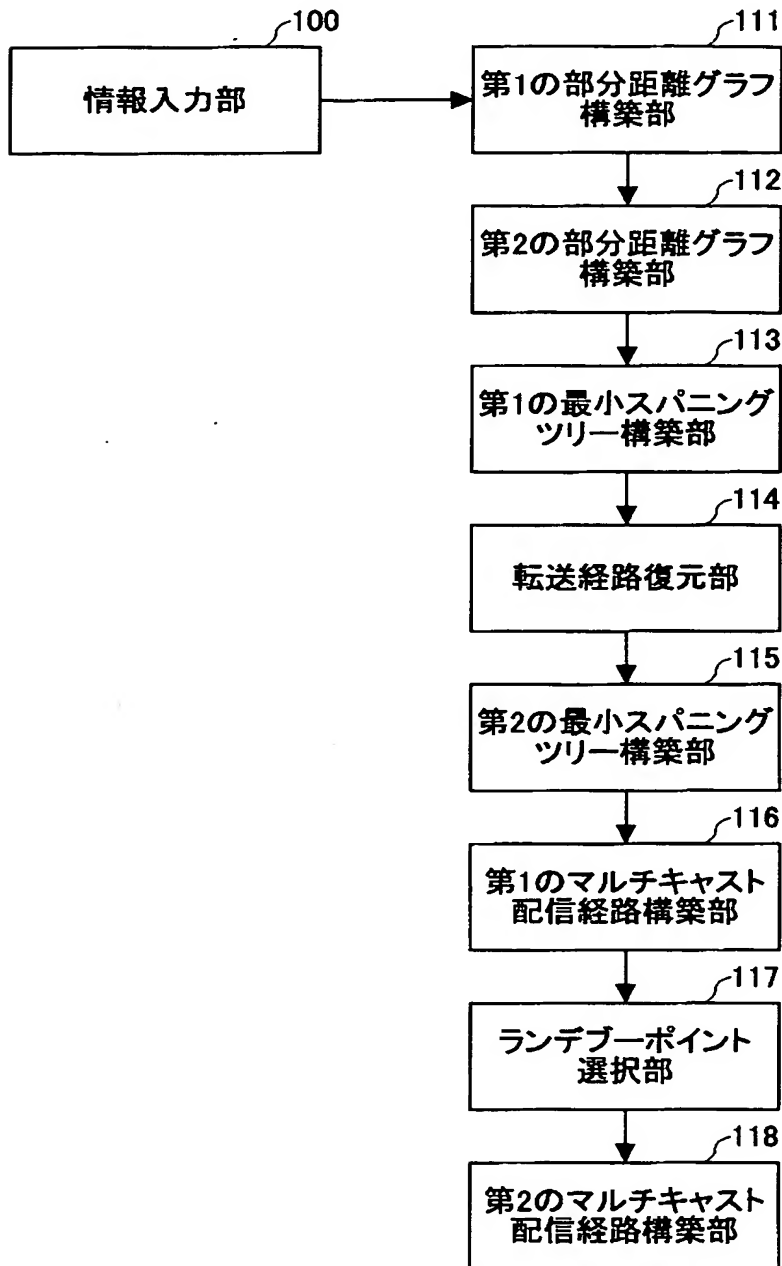


【図 2】

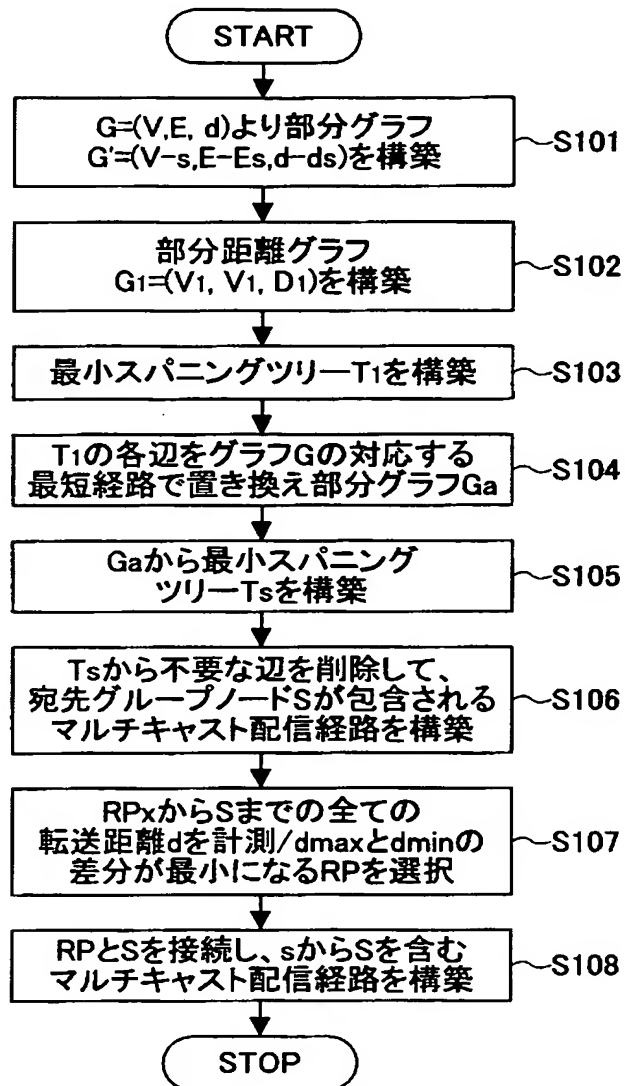
本発明の原理構成図



【図3】

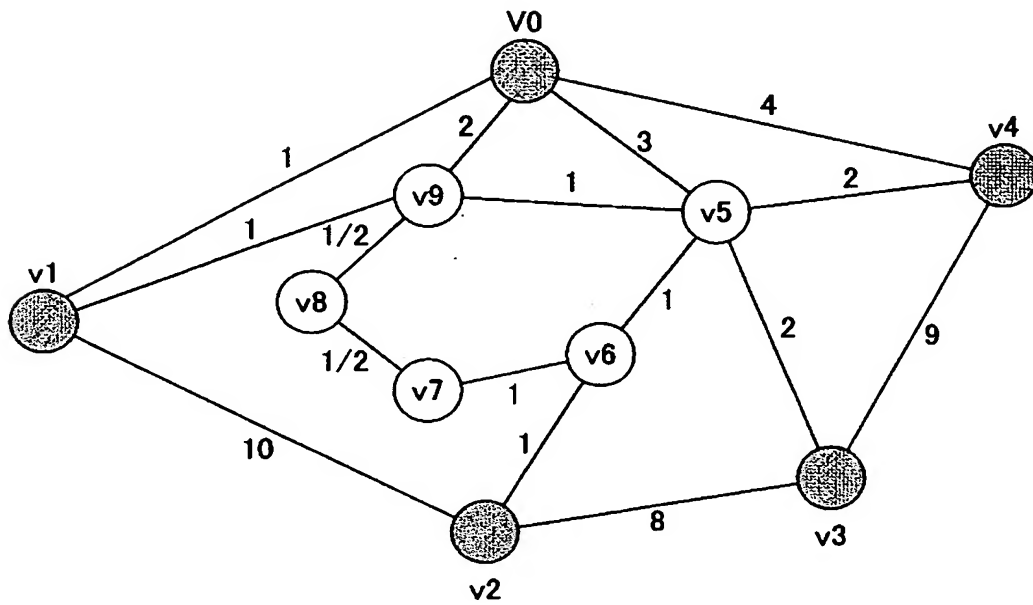
本発明の一実施の形態における
マルチキャスト通信経路計算装置の構成図

【図 4】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト
通信経路計算方法のフローチャート

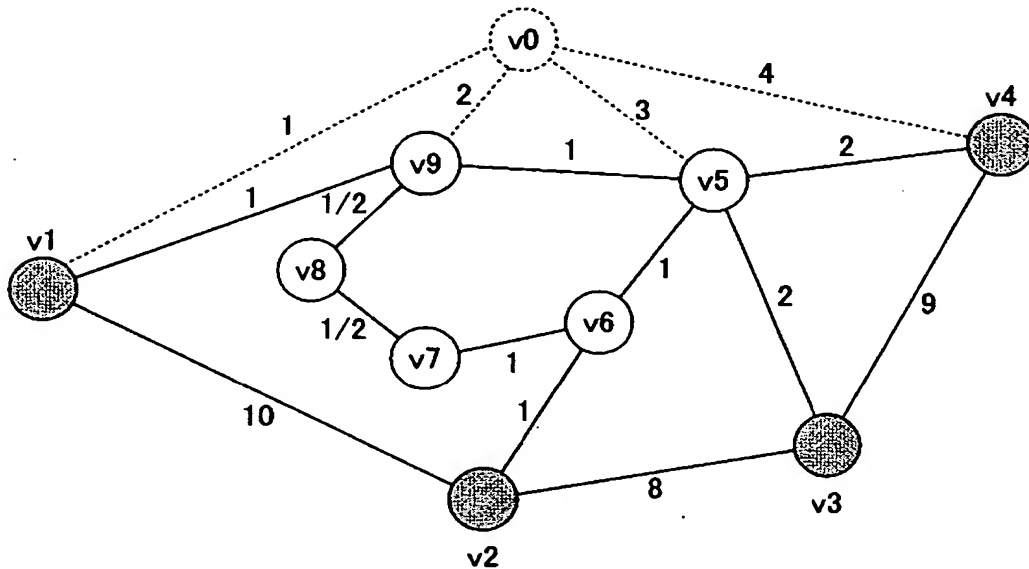
【図 5】

本発明が対象とするマルチキャストネットワークのネットワークグラフ



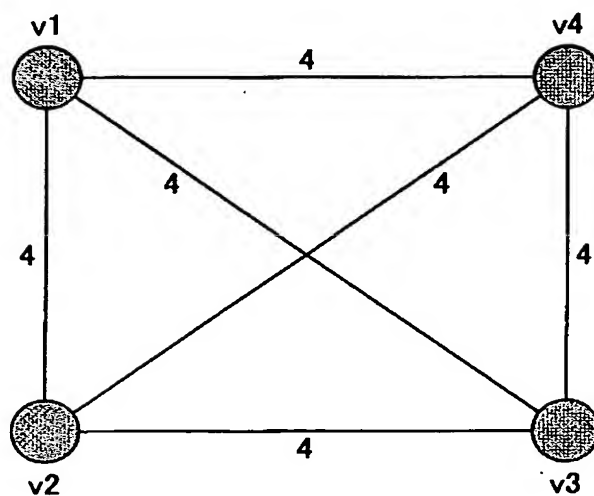
【図 6】

本発明の一実施の形態における送信者を除外したネットワークグラフ



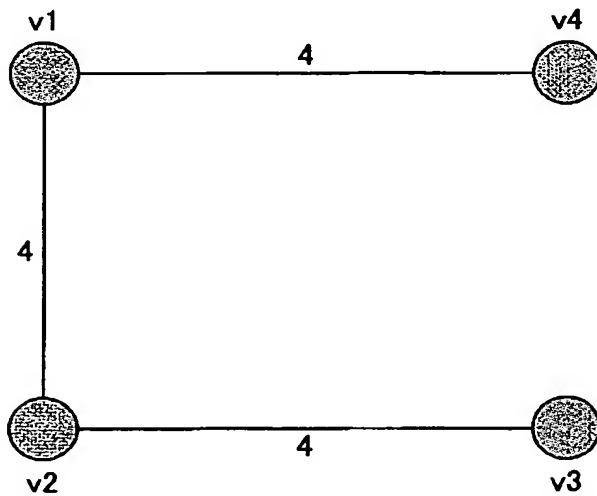
【図 7】

本発明の一実施の形態における宛先ノード間の最短経路グラフ



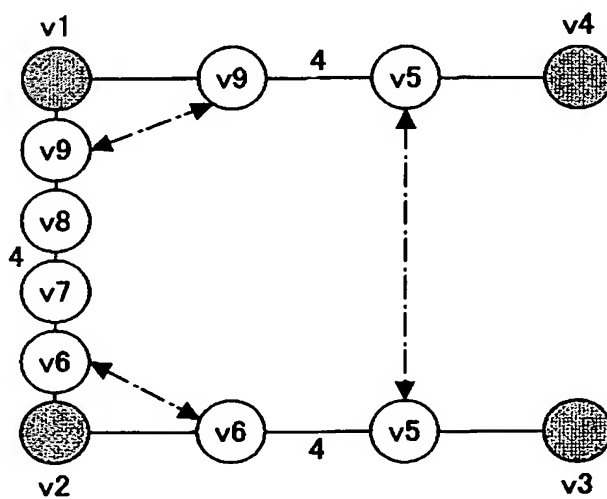
【図 8】

本発明の一実施の形態における宛先ノードの
最短経路を用いた最小スパニングツリー



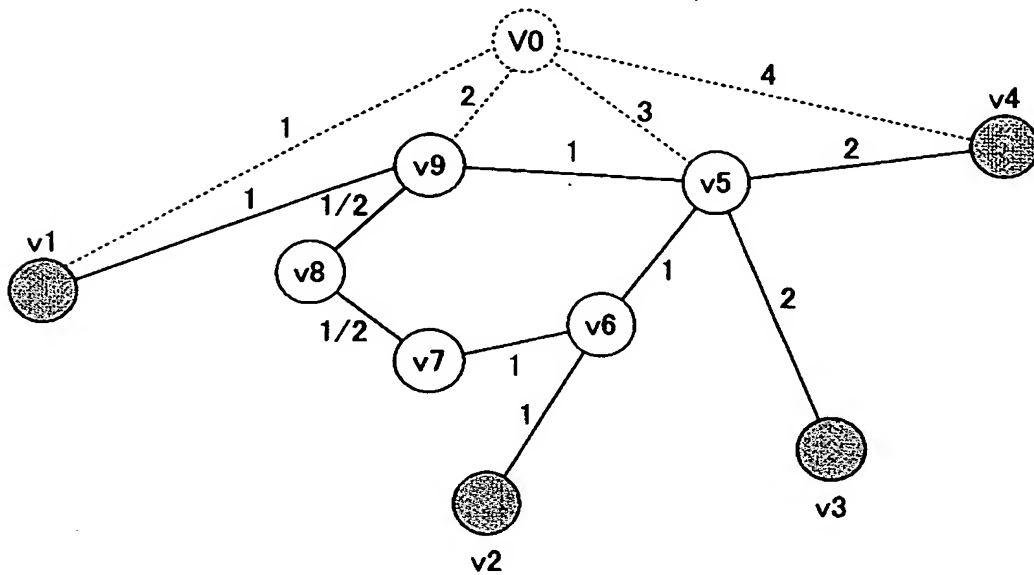
【図 9】

本発明の一実施の形態における途中ノードを
考慮した最小スパニングツリー



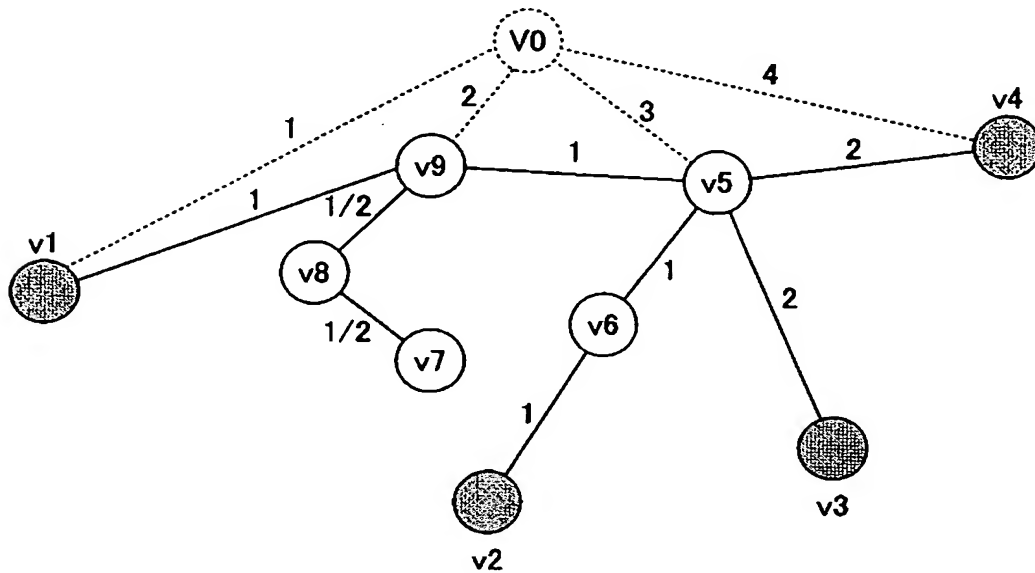
【図 10】

本発明の一実施の形態における途中ノードを考慮した
最小スパニングツリーを構成するサブグラフ



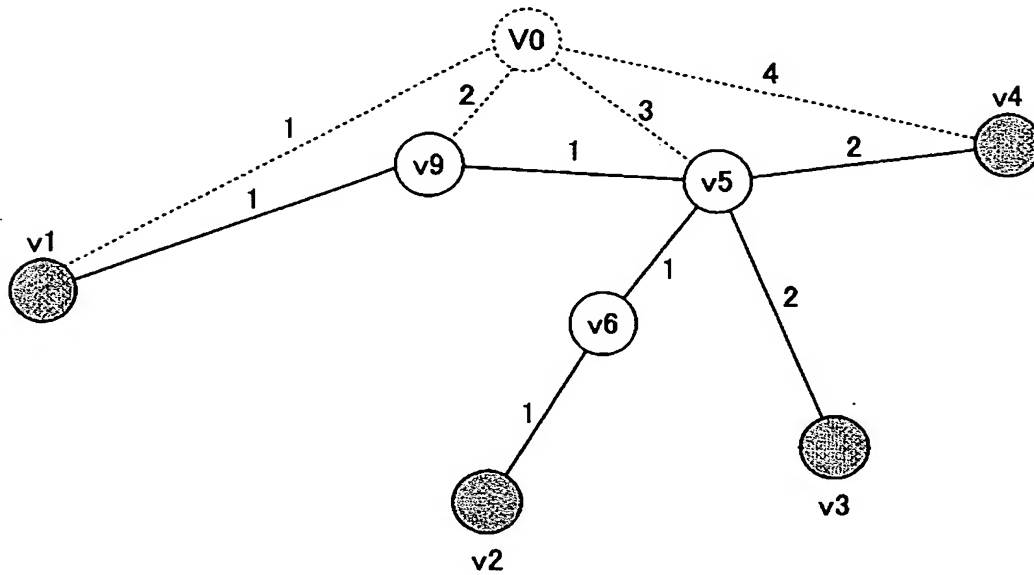
【図 11】

本発明の一実施の形態におけるサブグラフの最小スパニングツリー



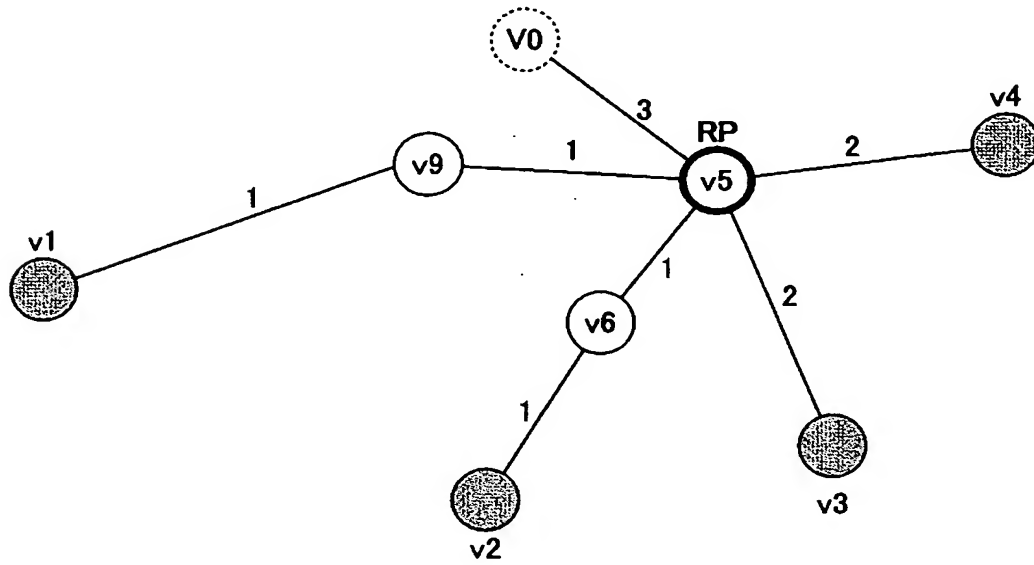
【図 12】

本発明の一実施の形態における宛先ノードを含む最小木



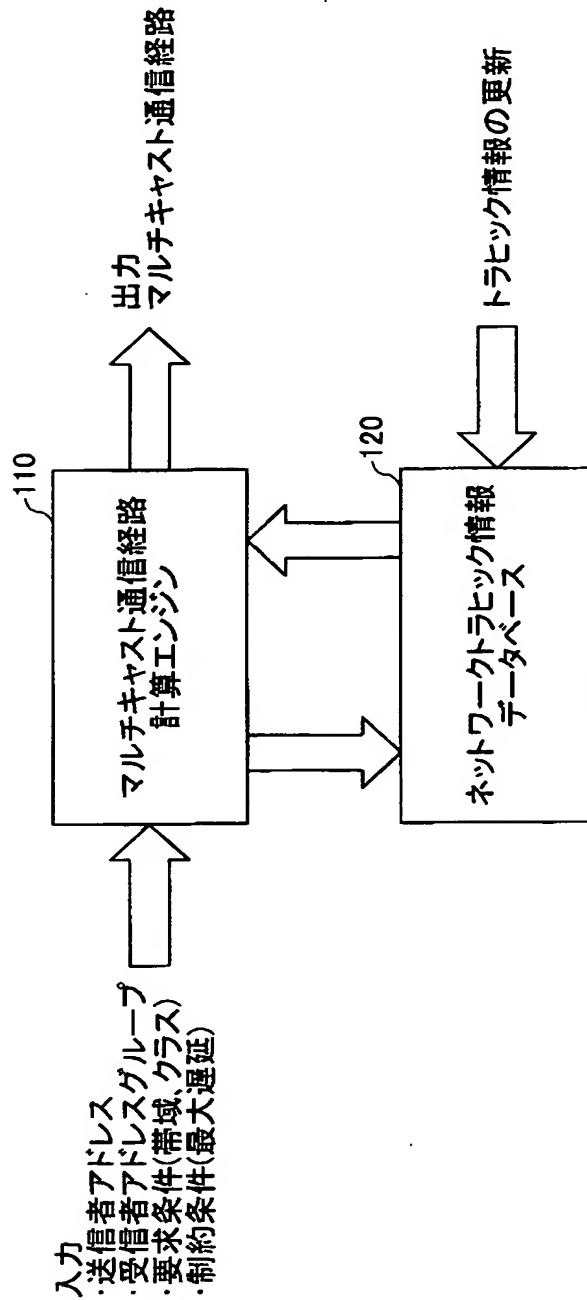
【図 13】

本発明の一実施の形態における送信ノードからランデブーポイントを設定した宛先ノードへのマルチキャスト配信経路



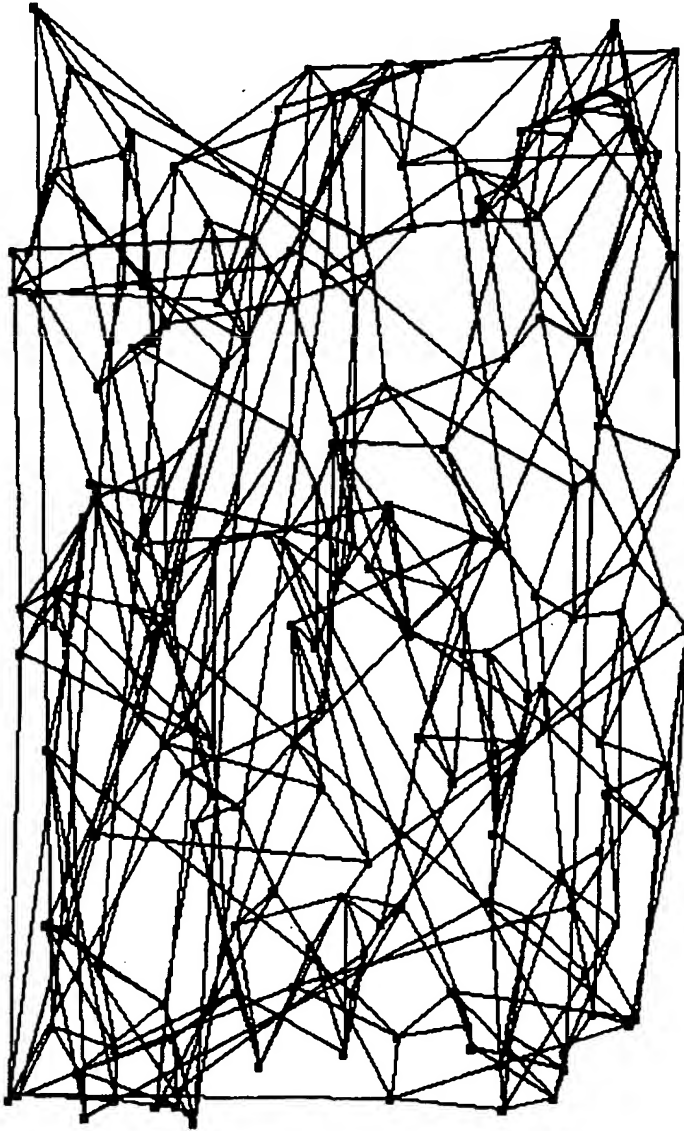
【図 14】

本発明の一実施の形態における
マルチキャスト通信経路計算システム



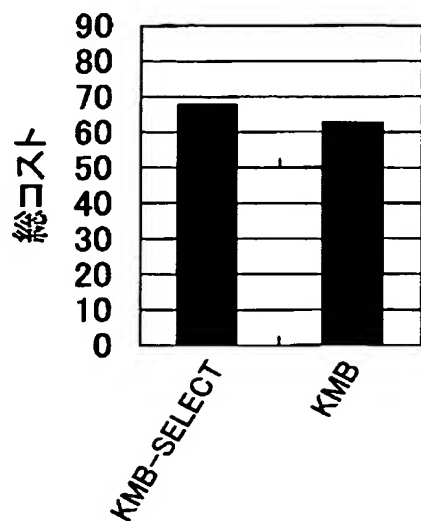
【図15】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト
通信経路計算システム評価用ネットワーク



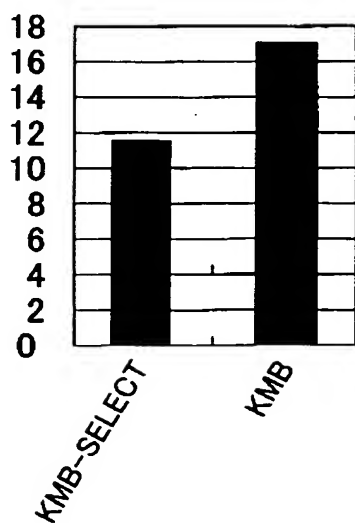
【図 16】

本発明の一実施の形態における
マルチキャスト転送経路コストの性能評価グラフ



【図 17】

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト
転送経路遅延差の性能評価グラフ



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチキャスト配信経路全体の転送コストを抑えながら、宛先受信グループノードまでの転送遅延を加えたマルチキャスト配信経路を設定することを可能にする。

【解決手段】 本発明は、マルチキャスト配信経路計算を実施するときに、配信ツリー全体を最小化する計算プロセスと、送信者から各マルチキャスト受信者までの転送コストを揃えるようにマルチキャスト配信ツリーを整形するプロセスを有することにより、マルチキャスト配信経路全体の転送コストを最小化しながら、マルチキャスト送信ノードから、各マルチキャスト受信ノードまでの転送コストが均一化する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 5 9 7 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 2 6]

1. 変更年月日 1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名 日本電信電話株式会社